

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

<http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v6i2.1256>

Análisis biomecánico de la técnica del remate en voleibolistas juveniles

Biomechanical analysis of the technique of the spike in volleyball

Freddy Rolando Shicay-Arias
freddy.shicay@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-6821-7498>

Raúl Fernando Moscoso-García
rfmoscosog@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-6113-8797>

Recepción: 25 de enero 2021
Revisado: 20 de febrero 2021
Aprobación: 30 de abril 2021
Publicación: 15 de mayo 2021

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

RESUMEN

El presente estudio basado en un enfoque de investigación cuantitativo de tipo descriptivo de corte transversal, tiene como objetivo principal analizar y sugerir correcciones por medio de un análisis cinemático en la técnica del remate del voleibol en un grupo femenino de la categoría juvenil del Club Atenas en la ciudad Cuenca, aplicando un análisis biomecánico de los parámetros de variación angular en codo, hombro, rodilla; velocidad de la mano al momento del impacto con el balón y altura de salto. Los resultados evidenciaron un promedio en la sub fase del paso de freno de 0,9m; en el ángulo del hombro en extensión un promedio de 55,6° en la misma fase y una media de 51,8cm de altura en la fase de salto que se podría mejorar. El estudio fue socializado con las voleibolistas para que conozcan las características de los movimientos y puedan conseguir mejoras en su rendimiento.

Descriptores: Deporte; atleta; educación física. (Palabras tomadas del Tesoro UNESCO).

ABSTRACT

The present study, based on a cross-sectional descriptive quantitative research approach, has as its main objective to analyze and suggest corrections through a kinematic analysis in the volleyball shot technique in a female group of the youth category of the Club Atenas in Cuenca city, applying a biomechanical analysis of the angular variation parameters in elbow, shoulder, knee; hand speed at the moment of impact with the ball and jump height. The results showed an average in the sub-phase of the brake step of 0.9m; in the angle of the shoulder in extension an average of 55.6 ° in the same phase and an average of 51.8cm in height in the jump phase that could be improved. The study was socialized with the volleyball players so that they know the characteristics of the movements and can achieve improvements in their performance.

Descriptors: Sport; athletes; physical education. (Words taken from the UNESCO Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el voleibol no es una disciplina deportiva que se practique de manera tan masiva como en otros deportes, por lo tanto, no existe mucha investigación relacionada con este tema más aún con respecto a la biomecánica del voleibol a nivel local. En los entrenamientos las correcciones se lo realizan de forma observacional, a menos que sea en deportistas de alto rendimiento, consecuentemente el apoyo que brinda la biomecánica en equipos de colegio y clubes es poco usada.

Para los entrenamientos de la técnica del remate en el voleibol se necesitan ciertas directrices que se apoyarían de mejor manera con un estudio biomecánico de sus fases. El análisis cinemático de la técnica del remate permite al entrenador y al deportista observar errores gestuales que sin el video análisis y debido a la alta velocidad de ejecución serían algo complejo de corregir.

Al realizar esta investigación se revisarán estudios de varios autores para luego dar paso a la intervención de campo que desemboca en un aporte científico, la importancia práctica será notable con la mejora del rendimiento de las deportistas y los resultados podrán servir de guía para otros clubes y entrenadores. Además, esta investigación resulta factible por que se cuenta con los recursos tecnológicos para grabar las ejecuciones y analizarlo con el software.

El propósito de la investigación de corte transversal es realizar un análisis del fundamento del remate para conocer las distintas posiciones, ángulos y movimientos de los segmentos corporales de las deportistas y así mejorar su técnica, dado que es muy común que ciertas voleibolistas no realicen correctamente los pasos en la carrera de aproximación, balanceo de brazos, elevación del codo, posición de la mano al momento del impacto del balón, que en ciertas ocasiones puede ocasionar lesiones debido a una mala ejecución, de ahí que hay dolores de hombro o espalda que se podrían evitar; estos parámetros analizados y corregidos aportan a un remate más eficaz, veloz y fuerte.

El objetivo de la investigación es analizar y sugerir correcciones en la técnica del remate de voleibol por medio de un análisis cinemático en un grupo de voleibolistas de la

categoría juvenil del club Atenas de la ciudad de Cuenca. Para la investigación se han propuesto preguntas como: ¿Qué tan distintos son los resultados de los remates entre las deportistas del equipo? ¿Los valores cinemáticos analizados guardan relación con la efectividad del remate?

Referencial teórico

En este sentido, (Valladares-Iglesias, et al. 2016), consideran al voleibol como un deporte de mucha complejidad por sus exigencias técnicas, tácticas, físicas, psicológicas y de factores antropométricos, haciendo más importante el análisis de pequeños detalles que generen una diferencia para lograr un mejor rendimiento, en la actualidad la ciencia del deporte se puede apoyar de las ramas como la Biomecánica para llevar de una manera más objetiva el aprendizaje de una técnica o corregir la misma.

En el voleibol existen fundamentos y acciones para conseguir puntos como el saque, el bloqueo; entre otros, pero con el remate se consigue la mayor cantidad de puntos y es el fundamento al que más se le relaciona con el rendimiento, además posee varias fases que requiere buena coordinación en el deportista y a menudo es uno de los fundamentos más difíciles de aprender y perfeccionar. Para lograr un remate la saltabilidad es fundamental, el voleibolista debe ser muy explosivo y requiere una gran capacidad de reacción y rápida velocidad de ejecución (Bermejo, et al. 2013), (Martínez-Rodríguez, et al. 2017).

Respecto a las fases que componen la técnica del remate, algunos autores como (Valades, 2004) y (Cardona & Román, 2012), mencionan cinco fases que componen el remate; las cuales son: 1° Carrera de aproximación, 2° Batida, 3° Preparación para el golpeo, 4° Golpeo y 5° Caída. Cada fase con su importancia para lograr la mayor altura posible, golpear al balón con gran velocidad y precisión, finalmente la caída merece gran interés al estar dotada de equilibrio para evitar lesiones y reincorporarse rápidamente a las siguientes acciones de juego. Como, indica la Figura 1, la carrera de aproximación se subdivide en algunas sub fases.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

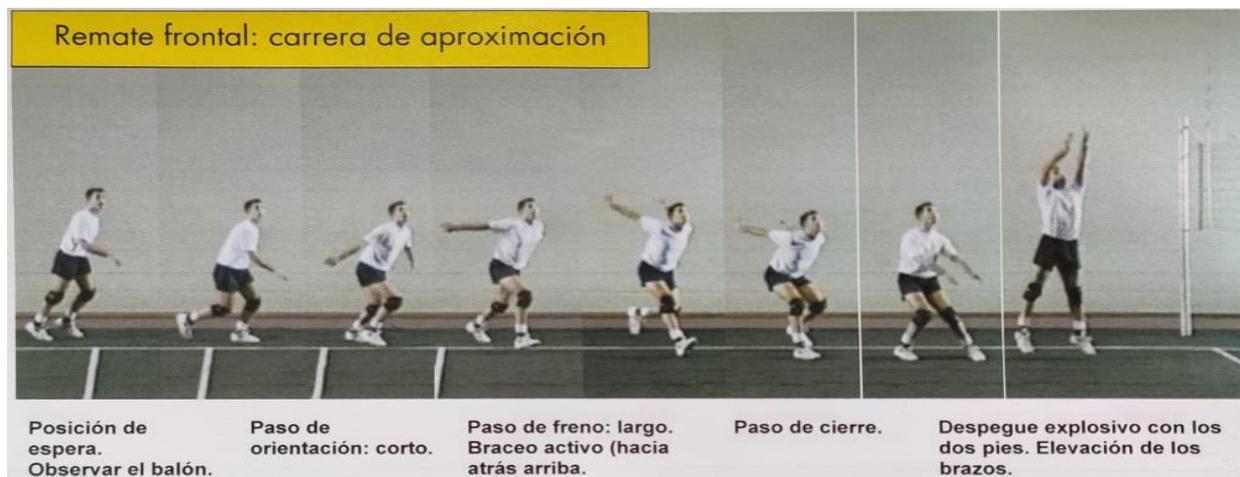


Figura 1. Carrera de aproximación.

Nota: Adaptado de Diplomado Internationaler Trainerkurs ITK.

En la Figura 2, se observa las diferentes sub fases del golpeo y caída.



Figura 2. Golpeo y aterrizaje.

Nota: Adaptado de Diplomado Internationaler Trainerkurs ITK.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

En la fase de aproximación se puede conseguir un 20% más de salto con una carrera óptima, que si se lo realizara sin carrera, en la segunda fase es importante la flexión profunda de las rodillas y el movimiento de los brazos, en la tercera fase se caracteriza por la flexión del codo, el tronco arqueado para sumar energía cinética, en la cuarta fase se busca contactar al balón en su parte más alta con la mano abierta y en la última fase se busca disminuir el stress del impacto en las articulaciones al volver al suelo. (Cardona & Román, 2012) (Fuchs, et al. 2019), (Serrien, et al. 2016).

Por otro lado, (García, et al. 2019), indican que la efectividad del remate en términos biomecánicos está determinada al conseguir una mayor altura posible del centro de gravedad, para lograr golpear al balón en el punto más alto posible, el remate demanda fuerza explosiva, rapidez y precisión; además de otras cualidades especializadas propias de cada acción en dependencia del bloqueo, la suspensión corporal en el aire, habilidad, coordinación óculo-manual, coordinación neuromuscular; ya que en situación real del juego los balones armados casi nunca llegan a la misma posición.

En la ejecución de una técnica se puede relacionar la eficacia técnica y la eficiencia técnica, la primera refiere a la calidad alcanzada y la eficiencia es la relación entre la calidad del resultado y el coste que ha supuesto la actividad, por lo tanto, la eficacia está relacionado al estudio biomecánico del movimiento y la eficiencia a los aspectos fisiológicos en función de la economía del movimiento. Esto supone que un estudio biomecánico permitirá a las deportistas realizar movimientos más eficaces. (Cardona & Román, 2012), (Fuchs, 2019)

Existen varias maneras de analizar un gesto técnico, una de ellas es la captura del movimiento utilizando fotogrametría tridimensional (3D) basada en cámaras sincronizadas de alta velocidad como lo demuestra (Garrido-Castro, et al. 2017), donde analiza velocidades, aceleraciones, ángulos, distancias, etc., de tres jugadoras de voleibol. El análisis muy preciso de la técnica del remate de estos autores puede ayudar a jóvenes voleibolistas aprender a realizar esta técnica de forma correcta, teniendo como objetivo adicional evitar lesiones deportivas producto de gestos técnicos mal ejecutados.

MÉTODO

El presente estudio responde a un enfoque de investigación cuantitativo de tipo descriptivo de corte transversal, apoyado en el método analítico para consecución de los objetivos planteados en el estudio. El estudio se realizó a 7 voleibolistas de la categoría juvenil femenino del club de voleibol Atenas de la ciudad de Cuenca, las deportistas llevan algunos años practicando esta disciplina. Se utilizó el balón oficial de Voleibol Mikasa V200W y la altura de la red estuvo ubicada a 2,24m.

Para la grabación de los gestos técnicos se utilizó una cámara con resolución FHD a 60 fps, ubicada en un trípode a una altura de 1 metro, con dirección perpendicular a la trayectoria del deportista, las voleibolistas realizaron tres remates por zona 4 y se escogió el mejor para su análisis. Todos los remates de las deportistas se realizaron en las mismas condiciones.

Para los análisis se tomaron referencias en las articulaciones de las voleibolistas, ubicando unos marcadores que puedan ser visibles en las grabaciones, dichas referencias fueron ubicadas en el hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla, tobillo, además el centro de gravedad (CG) ubicado en el plano sagital para tener el dato de la altura del salto. Se tomó en cuenta ubicar el CG en un punto situado al 55% de la altura corporal medida desde el suelo como lo enuncia (Arcila, et al. 2013).

Además, se les tomó la estatura de las deportistas para posteriormente poder referenciar los valores en el software. El programa para análisis cinemático usado fue el Kinovea versión 0.9.3., en este software se analizaron las fases en referencia a la Figura 1 y 2 presentadas anteriormente (Hong, et al. 2018). Finalmente, el análisis estadístico descriptivo fue realizado en el software IBM SPSS Statistics Versión 19.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

RESULTADOS

Tabla 1.
Longitud de paso en las fases de aproximación.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Longitud paso orientación [m]	7	,41	,95	,7114	,16807
Longitud paso freno [m]	7	,70	1,29	,9843	,22919
Longitud paso cierre [m]	7	,38	,82	,6457	,15120
N válido (según lista)	7				

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2.
Ángulos en la fase de aproximación, en el paso de freno.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Hombro [°]	7	18,00	93,00	55,8571	26,48540
Codo [°]	7	141,00	194,00	179,5714	18,64454
Cadera [°]	7	127,00	157,00	145,2857	10,76591
Rodilla [°]	7	150,00	177,00	161,5714	10,50174
Tobillo [°]	7	83,00	126,00	100,1429	14,48480
N válido (según lista)	7				

Nota: Elaboración propia.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

Según la Tabla 1 y como se puede observar en la Figura 3, los pasos en la fase de aproximación son: el paso de orientación, paso de freno y paso de cierre, siendo el paso de freno el más largo. En los datos analizados en las deportistas se obtiene una media de 0,71m en el paso de orientación, la media del paso de freno es 0,98 m pero debería ser más larga. Dos jugadoras realizan este paso de mejor manera con distancias de 1,22m y 1,29m. Esta distancia es fundamental para adquirir un mayor impulso. En el paso de cierre la media es de 0,64m esta distancia también debería ser corregida ya que este valor tiene que ser menor para no perder la energía cinética acumulada en la carrera. En la Tabla 1 se puede ver que la mayor dispersión de datos se encuentra en el paso de freno.

En la Tabla 2 se analizan los ángulos de las articulaciones del hombro, codo, cadera, rodilla y tobillo en el paso de freno que es donde debe haber una flexión en cadera y rodilla además que el ángulo del hombro respecto a la vertical debe ser lo más aproximado a 90° para generar un impulso con los brazos tipo péndulo hacia adelante en la siguiente fase.

La media del ángulo del hombro es 55,86° lo cual es bajo, este ángulo se debería trabajar hasta llegar a un ángulo recto y sobretodo cuidar que ambos brazos vayan hacia atrás y no sólo uno, Figura 3.

La media del ángulo del codo es de 179,57°, pero en algunos casos sólo un codo está en extensión y deberían ser los dos codos para mejorar el impulso, Tabla 2.

En cuanto a los ángulos de cadera y rodilla se encuentran en flexión con medias de 145,29° y 161,57°. Finalmente, el ángulo del tobillo que hace contacto con el talón en el suelo tiene una media de 100,14° lo cual está bien, Tabla 2.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.



Figura 3. Longitudes de paso en la fase de aproximación y ángulos en el paso de freno.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3

Ángulo correspondiente al arco en tensión formado en la fase de preparación para el golpeo.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cadera [°]	7	16,00	55,00	31,1429	13,7043
N válido (según lista)	7				6

Nota: Elaboración propia.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.



Figura 4. Ángulo correspondiente al arco en tensión formado en la fase de preparación para el golpeo.

Nota: Elaboración propia.

En la fase de preparación para el golpeo es necesario hacer un arco en la espalda, en esta fase se midió el ángulo de la cadera con relación a la vertical, teniendo como media según la Tabla 3 un valor de $31,14^\circ$ lo cual es un buen ángulo, sin embargo, se puede observar en la Figura 4 que hay ciertas deportistas que casi no realizan este arco, teniendo un valor mínimo de 16° . Cabe analizar también que en esta fase el codo va

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

hacia arriba y hacia atrás para luego hacer un efecto látigo y la otra mano debe estar hacia arriba y adelante.

Tabla 4.
Ángulos en la fase de golpeo.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Hombro [°]	7	144,00	174,00	162,000	9,78093
Codo [°]	7	150,00	189,00	164,571	13,3273
Cadera [°]	7	154,00	200,00	185,000	15,1217
Rodilla [°]	7	133,00	184,00	168,142	18,3251
N válido (según lista)	7				

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5.
Saltabilidad en la fase de golpeo.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Salto [cm]	7	47,00	61,00	51,8571	4,94734
N válido (según lista)	7				

Nota: Elaboración propia.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

Tabla 6.
Velocidad de la mano en fase de golpeo.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
V. de la mano en fase de golpeo [m/s]	7	5,91	9,30	7,9714	1,17166
N válido (según lista)	7				

Nota. Elaboración propia.

En la fase de golpeo se han analizado los ángulos de las articulaciones del hombro, codo, cadera y rodilla en la Tabla 4, siendo un valor relevante la flexión del codo, teniendo una media de $164,57^\circ$ este valor está bien, dado que no se golpea con el codo completamente estirado, la media del hombro es de 162° en relación a la vertical, esto indica que el brazo siempre va hacia arriba en el golpeo tal como se puede apreciar en la Figura 5.

En la Tabla 5 se analiza la altura del salto, su media es de 51,86cm con un mínimo de 47cm y un máximo de 61cm, esto indica que se debería trabajar más en la saltabilidad del equipo para no tener valores muy dispersos.

En la Tabla 6 se analiza la velocidad de la mano al momento del impacto del balón con una media de 7,97m/s con un valor mínimo de 5,91m/s y un máximo de 9,30m/s se debe entrenar en este sentido para no tener valores dispersos. En la Figura 5 se pueden apreciar las distintas velocidades de las deportistas.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.



Figura 5. Ángulos, salto y velocidad en la fase de golpeo.

Nota. Elaboración propia.

PROPUESTA

Dada la cantidad de sub fases para la ejecución de la técnica del remate en el voleibol, es necesario que para el aprendizaje se usen medios visuales que ejemplifiquen cada etapa indicando las características de las mismas. Para una etapa de desarrollo y

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

perfeccionamiento en esta disciplina es importante el apoyo de la biomecánica porque ayuda a corregir errores y mejorar en detalles que a simple vista no se detectan.

Son necesarias las evaluaciones en el proceso deportivo buscando cambiar el modo tradicional y subjetivo de la observación por un método objetivo y medible con ángulos, trayectorias y velocidades.

En el equipo se propone entrenar y corregir la fase de aproximación especialmente cuándo se da el paso de freno, dado que es importante para luego obtener un buen salto, en esta fase las deportistas deben hacer un péndulo con los dos brazos, llevándolos de atrás hacia adelante. El ángulo del codo respecto a la vertical debe tender a 90° y la longitud del paso debe ser mucho más largo que los otros pasos.

Además, se debe entrenar la saltabilidad mediante ejercicios reactivos pliométricos y fuerza explosiva para lograr un mayor alcance en la fase de preparación para el golpeo y fase de golpeo. Al mejorar la carrera y salto se lleva una mayor energía y velocidad para impactar el balón. Finalmente se debe hacer énfasis en las deportistas que caigan con los dos pies al mismo tiempo y realizando una leve flexión para evitar lesiones.

CONCLUSIONES

La enseñanza-aprendizaje de la técnica del remate es un proceso largo que se debe ir evaluando constantemente con el fin de evitar errores en su ejecución, aunque cada deportista tiene su propio estilo es necesario guiarlo mediante la caracterización de distintas fases y sub fases.

El uso de imágenes, videos, ejemplos de ejecución, es importante para el aprendizaje. De ser necesario cada deportista debería tener su propio video análisis con especificaciones cinemáticas para mejorar su técnica.

El uso de la biomecánica ha demostrado que mejora rendimientos y aunque puede ser un proceso demorado es necesario, más aún, en alto nivel para alcanzar mejores resultados.

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

Las deportistas al haber sido retroalimentadas con este análisis biomecánico han mostrado más interés y motivación en los entrenamientos, al mismo tiempo que han surgido interrogantes de cómo mejorar.

El software Kinovea es una herramienta muy útil y sencilla para analizar la cinemática de las técnicas deportivas, que debería ser implementado por los profesionales deportivos para evaluar objetivamente y con valores cuantitativos, siempre y cuando se mantenga la metodología y el proceso de grabación en las mismas circunstancias en todos los deportistas. Si la cámara se ubica en diferente posición entre una ejecución y otra entonces los valores no podrán ser comparados ya que el punto de referencia cambiará los datos.

El uso de la biomecánica podría ser implementado en distintas disciplinas y categorías, en el voleibol se utiliza esta herramienta en mayor parte para el análisis del remate, pero bien podría usarse para otras técnicas como el saque en suspensión, el bloqueo, entre otros.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica de Cuenca y la Jefatura de Posgrados por apoyar el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Arcila, J., Cardona, D., Giraldo, J. (2013). Algoritmos para la medición de centros de gravedad corporal en plataformas convencionales [Algorithms for the measurement of body centers of gravity on conventional platforms]. Recuperado de <https://n9.cl/zaege>
- Bermejo, J., & Palao, J., & Valades, D. (2013). Análisis del remate de voleibol en jugadoras de élite [Analysis of volleyball spike in female elite players]. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 3, 22-32.
- Cardona, O., & Román, Y. (2012). Análisis biomecánico de la ejecución técnica del gesto remate en el equipo menores femenino perteneciente a la liga risaraldense de voleibol 2012 [Biomechanical analysis of the technical execution of the finish gesture in the minor women's team belonging to the risaraldense volleyball league 2012]. <https://hdl.handle.net/10901/16081>
- Fuchs, P. X., Menzel, H. K., Guidotti, F., Bell, J., von Duvillard, S. P., & Wagner, H. (2019). Spike jump biomechanics in male versus female elite volleyball players. *Journal of sports sciences*, 37(21), 2411–2419. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1639437>
- García, E., Vela, J., & Gibert, A. (2019). Diferencias biomecánicas del remate de voleibol en jugadoras prejuveniles y juveniles [Biomechanical differences in volleyball spike by female junior and youth players]. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 38(2), 170-181.
- Garrido-Castro, J.L., & Gil-Cabezas, J., & da Silva-Grigolett, M.E., & Mialdea-Baena, A., & González-Navas, C. (2017). Caracterización cinemática 3D del gesto técnico del remate en jugadoras de voleibol [3D kinematic characterization of the technical gesture of the shot in female volleyball players]. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2),69-73.
- Hong, Y. R., & Moon, E. (2018). Reliability and validity of free software for the analysis of locomotor activity in mice. *Yeungnam University journal of medicine*, 35(1), 63–69. <https://doi.org/10.12701/yujm.2018.35.1.63>
- Martínez-Rodríguez, A., Mira-Alcaraz, J., Cuestas-Calero, B. J., Pérez-Turpín, J. A., & Alcaraz, P. E. (2017). La Pliometría en el Voleibol Femenino. Revisión Sistemática [Plyometric Training in Female Volleyball Players. Systematic Review]. *Retos*, 32, 208-213. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.56053>

Freddy Rolando Shicay-Arias; Raúl Fernando Moscoso-García.

Serrien, Ben & Ooijen, Jeroen & Goossens, Maggy & Baeyens, Jean-Pierre. (2016). A Motion Analysis in the Volleyball Spike-Part 1: Three-Dimensional Kinematics and Performance. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 4, 70-82. [10.13189/saj.2016.040403](https://doi.org/10.13189/saj.2016.040403).

Valades, D., Palao, J., Femia, P., Padial, P., & Ureña-Espa, A. (2004). Análisis de la técnica básica del remate de voleibol [Analysis of the basic technique of the volleyball shot]. *rendimientodeportivo.com*. 8. <https://n9.cl/maofg>

Valladares-Iglesias, N., Joao, P., & García-Tormo, J. (2016). Análisis de las variables antropométricas y físico técnicas en voleibol femenino [Analysis of the anthropometric and physical technical variables in women's volleyball]. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 12(3),195-206.

©2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).